

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-150549

(43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51)Int.Cl.

B29C 65/06  
// B29K105:24  
B29L 23:00

(21)Application number : 11-365124

(71)Applicant : SEKISUI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.1999

(72)Inventor : ITO RYOSUKE  
OGUCHI TAKASHI  
HARADA KOJI

(30)Priority

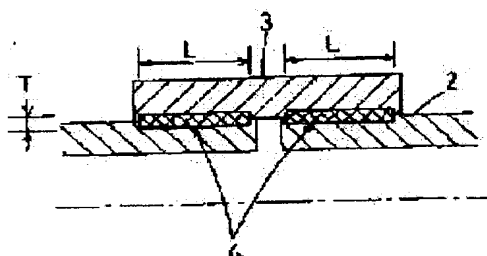
Priority number : 11089049	Priority date : 30.03.1999	Priority country : JP
11194541	08.07.1999	JP
11260554	14.09.1999	JP

**(54) JOINING STRUCTURE OF THERMOPLASTIC CROSSLINKED RESIN MEMBER AND JOINING METHOD**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the joining structure of a thermoplastic crosslinked resin member with a superb joining strength to sufficiently endure its use in a high temperature or a high pressure state and a joining method by which this joining structure can be easily obtained.

**SOLUTION:** The thickness of a welded layer 4 across a member A intended for joining and a member B intended for joining, which is generated by joining the member A (3) intended for joining consisting of a thermoplastic crosslinked resin with 65% or more gel fraction(a) and the member B(2) intended for joining consisting of the thermoplastic crosslinked resin with 65% or more gel fraction(b), by slide welding, is 1 mm or less. In addition, the gel fraction(c) of the welded layer(4) meets formula (1) and formula (2): (gel fraction(a) - 35%) ≤ gel fraction(c) ≤ (gel fraction(a) - 2%)...(1) (gel fraction(b) - 35%) ≤ gel fraction(c) ≤ (gel fraction(b) - 2%)...(2) The binding structure of the thermoplastic crosslinked resin member is characterized by the described welding layer 4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-150549  
(P2001-150549A)

(43) 公開日 平成13年6月5日(2001.6.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 2 9 C 65/06		B 2 9 C 65/06	4 F 2 1 1
// B 2 9 K 105:24		B 2 9 K 105:24	
B 2 9 L 23:00		B 2 9 L 23:00	

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願平11-365124	(71) 出願人	000002174 積水化学工業株式会社 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(22) 出願日	平成11年12月22日(1999.12.22)	(72) 発明者	伊藤 良輔 京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-89049	(72) 発明者	小口 貴士 京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内
(32) 優先日	平成11年3月30日(1999.3.30)	(72) 発明者	原田 浩次 京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	F ターム(参考)	4F211 AD12 AG08 AH11 AR09 TA01 TC11 TD11 TN20 TN77 TQ05
(31) 優先権主張番号	特願平11-194541		
(32) 優先日	平成11年7月8日(1999.7.8)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平11-260554		
(32) 優先日	平成11年9月14日(1999.9.14)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造及び接合方法

(57) 【要約】

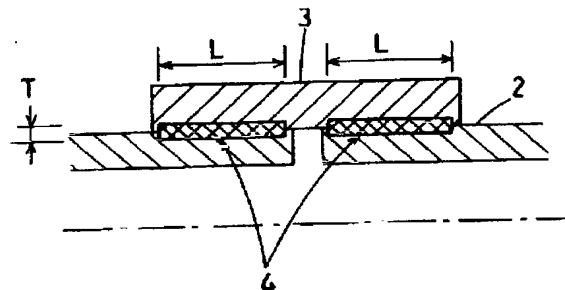
【課題】 高温や高圧状態の使用に十分耐える優れた接合強度の熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造、及び、この接合構造を容易に得られる接合方法の提供。

【解決手段】 65%以上のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材A(3)と、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材B(2)とが、摺動溶着により接合されて生じた接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層(4)の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(1)及び式(2)

(ゲル分率a-35%) ≤ ゲル分率c ≤ (ゲル分率a-2%) …… (1)

(ゲル分率b-35%) ≤ ゲル分率c ≤ (ゲル分率b-2%) …… (2)

を満足している熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】65%以上のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aと、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材

$$(\text{ゲル分率} a - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 2\%) \cdots (2)$$

を満足していることを特徴とする熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造。

【請求項2】35%以上65%未満のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aと、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接

$$(\text{ゲル分率} a - 15\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} - 2\%) \cdots (4)$$

を満足していることを特徴とする熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造。

【請求項3】両接合対象部材が管状を呈していて、溶着層における、接合対象部材の軸方向長さが、 $2.5 \times (\text{管の肉厚}) \times (1 - (\text{管の肉厚}) / (\text{管の外径}))$ 以上になっていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造。

【請求項4】65%以上のゲル分率aを有する熱可塑性

$$(\text{ゲル分率} a - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 2\%) \cdots (2)$$

を満足するように、コントロールしながら摺動摩擦させることを特徴とする熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

【請求項5】35%以上65%未満のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aの接合摺動面と、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bの接合摺動面とを当接させな

$$(\text{ゲル分率} a - 15\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} - 2\%) \cdots (4)$$

を満足するように、コントロールしながら摺動摩擦させることを特徴とする熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

【請求項6】内径が内側に向かって徐々に縮径する一方の接合対象部材に設けられた管状被挿入部に、他方の接合対象部材に設けられた管状または円柱状をした挿入部を挿入する挿入工程と、前記挿入部の管状被挿入部への挿入圧力を所定の圧力に保ちつつ両接合対象部材のうち少なくとも一方を挿入部の中心軸を回転中心として回転させて、管状被挿入部の内面と、挿入部の外面とを摺動摩擦させる摺動摩擦工程とを備え、摺動摩擦工程における一方の接合対象部材の他方の接合対象部材に対する相対回転速度を、途中で増速させることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

【請求項7】外径が4.5mm以下の管状を呈する挿入部を、挿入工程で0.1MPa以上2.5MPa以下の挿入圧で管状被挿入部へ挿入したのち、摺動摩擦工程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.2m/秒以上0.8m/秒未満から0.

Bとが、摺動溶着により接合されており、この接合により生じた接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(1)及び式(2)

合対象部材Bとが、摺動融着により接合されており、この接合により生じた接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(3)及び式(4)

架橋樹脂よりなる接合対象部材Aの接合摺動面と、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bの接合摺動面とを当接させながら、接合摺動面同士を摺動摩擦させて両接合摺動面及びその近傍を溶融状態とした後、溶融部を冷却固化する熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法であって、接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(1)及び式(2)

が、接合摺動面同士を摺動摩擦させて両接合摺動面及びその近傍を溶融状態とした後、溶融部を冷却固化する熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法であって、接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(3)及び式(4)

8m/秒以上1.5m/秒以下に増速することを特徴とする請求項6に記載の熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

【請求項8】内径が内側に向かって徐々に縮径する一方の接合対象部材に設けられた管状被挿入部に、他方の接合対象部材に設けられた管状または円柱状を呈する挿入部を挿入する挿入工程と、前記挿入部の管状被挿入部への挿入圧力を所定の圧力に保ちつつ両接合対象部材のうち少なくとも一方を挿入部の中心軸を回転中心として回転させて、管状被挿入部の内面と、挿入部の外面とを摺動摩擦させる摺動摩擦工程とを備え、外径が4.5mmを越えてかつ100mm以下の管状を呈する挿入部を、挿入行程で1.0MPa以上3.5MPa以下の挿入圧で管状被挿入部へ挿入した後、摺動摩擦行程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.38m/秒以上1.5/秒未満に保つことを特徴とする請求項4又は5に記載の熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

【請求項9】摺動摩擦行程で挿入圧力を0.1MPa以

上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.38m/秒以上0.8m/秒未満に保ち、その後増速して、0.8m/秒以上1.5m/秒以下に保つことを特徴とする請求項8に記載の熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材である、例えば、管と、エルボ、チーズ、レギュレータ（インクリーザ）等の継手との接合構造及び接合方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】熱可塑性架橋樹脂製の管と継手等との接続には熱融着あるいは接着剤による接続が実質的に不可能とされている。すなわち、一般の熱可塑性樹脂からなる接合対象部材同士の溶着では、熱による分子の拡散運動で接合対象部材相互の分子に絡み合いが生じて強度を発現する。しかしながら、熱可塑性架橋樹脂からなる接合対象部材同士の熱溶着では分子が架橋点で拘束されているために、熱を与えると樹脂自体は熔融するが、架橋された分子は絡み合いを生じにくい。

【0003】すなわち、おおよそ非架橋部分でしか分子の拡散が生じないため、架橋度（ゲル分率）が高いほど、接合部の強度が発現しない。従ってゲル分率が高い熱可塑性架橋樹脂部材同士の接合では、架橋部以外の残りの非架橋部の接合となり、低圧用途では有用であるが、高温や高圧用途には用いることができなかった。そこで、従来は、金属継手による接合方法や管外面と継手内面を融着可能な樹脂（例えば、中密度ポリエチレン）で被覆し、継手内に電熱線を内蔵させ、この電熱線が発する熱により融着可能な樹脂を熔融接合する方法が採られてきた。

【0004】しかし、金属継手では抜けや管伸縮時の漏れ等のトラブルが多いため、継手構造を複雑なものにせざるを得ず、コストがかかるという問題があり、一方、電熱線を内蔵する継手においても管の外面を融着可能な樹脂で被覆したり、電熱線を内蔵させなければならないため、管や継手の製造コストがかかるという問題があった。

【0005】従って、高温や高圧状態の使用に十分耐える優れた接合強度の熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造、更には、この接合構造を容易に得ることのできる接合方法の出現が要望されていた。

【0006】このような問題を解決するために、特公昭59-377号公報において、架橋樹脂管を接合する際に、更に架橋反応を生起し得るゲル分率が65%以上の架橋樹脂として、その接合接触面を摺動溶着すると同時に、溶着層内に架橋反応を生起させることにより非溶着層より高ゲル分率化するように接合する方法が提案され

ており、この公報の実施例によれば、得られた継手／パイプの接合試料は引張試験や通蒸試験をクリアーし、温泉用配管等に有効であるとされていた。また、この公報記載の技術を実現する手段として、例えば、特開昭52-121680号公報には、架橋樹脂管と架橋樹脂継手を接合する際に、所定速度で回転させている状態の架橋樹脂継手に、架橋樹脂管を所定速度で挿入する接合方法が開示されている。

【0007】一方、架橋樹脂管は耐熱性に優れているので、例えば屋内の給湯管やスプリング管等の比較的小口径の管に用いられる場合が多いが、この場合、管の肉厚が薄いためにテーパ部を有する継手内に挿入すると、座屈するという新たな問題が生じていた。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等の研究によれば、上記特公昭59-377号公報記載の方法による接合品の場合、引張試験や低圧の通蒸試験はクリアーするものの、高圧の熱間クリープ試験や脈動圧試験では溶着部から管が抜ける場合があり、猶も改善されるべき事項があること、すなわち、高温状態や高圧状態での使用にはやはり問題があることが判明した。更に、上記特開昭52-121680号公報記載の方法は、回転している継手に管を挿入するために、摩耗した樹脂粉や熔融した樹脂が管路内面にはみ出して流路抵抗を増大させるので、管機能を著しく低下させてしまい、またこれにより、接合部において、熔融樹脂が少量しか残らず、熔融樹脂の冷却時の体積収縮を補えずに接合部で剥離するので、接合強度が低下し、架橋管の規格であるJISK 6787における高温（95℃）熱間クリープ試験では溶着部から管が抜けるという問題があることが判明した。

【0009】本発明は、上記従来の熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造及び接合方法について、本発明者等が研究の過程で知見した問題点に鑑みて、高温や高圧状態の使用に十分耐える優れた接合強度の熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造、及び、この接合構造を容易に得ることのできる接合方法を提供することを目的としている。

##### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造（以下、「請求項1の接合構造」と記す）は、65%以上のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aと、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bとが、摺動溶着により接合されており、この接合により生じた接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨がる溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式（1）及び式（2）

$$(\text{ゲル分率} a - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 2\%) \cdots (2)$$

を満足させるようにした。

【0011】請求項2に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造（以下、「請求項2の接合構造」と記す）は、35%以上65%未満のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aと、65%以

$$(\text{ゲル分率 } a - 15\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率 } b - 35\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率} - 2\%) \cdots (4)$$

を満足させるようにした。

【0012】請求項3に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造（以下、「請求項3の接合構造」と記す）は、請求項1または請求項2の接合構造において、接合対象部材が管状を呈して、溶着層の、接合対象部材の軸方向長さを、 $2.5 \times (\text{管の肉厚}) \times (1 - (\text{管の肉厚}) / (\text{管の外径}))$  以上にした。

【0013】請求項4に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項4の接合方法」と

$$(\text{ゲル分率 } a - 35\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率 } a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率 } b - 35\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率 } b - 2\%) \cdots (2)$$

を満足するように、コントロールしながら摺動摩擦させるようにした。

【0014】請求項5に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項5の接合方法」と記す）は、35%以上65%未満のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aの接合摺動面と、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂

$$(\text{ゲル分率 } a - 15\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率 } b - 35\%) \leq \text{ゲル分率 } c \leq (\text{ゲル分率} - 2\%) \cdots (4)$$

を満足するように、コントロールしながら摺動摩擦させるようにした。

【0015】請求項6に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項6の接合方法」と記す）は、請求項4または請求項5の接合方法において、内径が内側に向かって徐々に縮径する一方の接合対象部材に設けられた管状被挿入部に、他方の接合対象部材の管状または円柱状を呈する挿入部を挿入する挿入工程と、挿入部の管状被挿入部への挿入圧力を所定の圧力に保ちつつ両接合対象部材のうち少なくとも一方を挿入部の中心軸を回転中心として回転させて、管状被挿入部の内面と、挿入部の外面とを摺動摩擦させる摺動摩擦工程とを備え、摺動摩擦工程における一方の接合対象部材の他方の接合対象部材に対する相対回転速度を、途中で増速させるようにした。

【0016】請求項7に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項7の接合方法」と記す）は、請求項6の接合方法において、外径が4.5mm以下の管状を呈する挿入部を、挿入工程で0.1MPa以上2.5MPa以下の挿入圧で管状被挿入部へ挿入したのち、摺動摩擦工程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.2m/秒以上0.8m/秒未満から0.8m/秒以上1.5m/秒

上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bとが、摺動摩擦により接合されており、この接合により生じた接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(3)及び式(4)

記す）は、65%以上のゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aの接合摺動面と、65%以上のゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bの接合摺動面とを当接させながら、接合摺動面同士を摺動摩擦させて両接合摺動面及びその近傍を溶融状態とした後、溶融部を冷却固化する熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法であって、接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(1)及び式(2)

よりなる接合対象部材Bの接合摺動面とを当接させながら、接合摺動面同士を摺動摩擦させて両接合摺動面及びその近傍を溶融状態とした後、溶融部を冷却固化する熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法であって、接合対象部材A及び接合対象部材Bに跨る溶着層の厚みが1mm以下で、この溶着層のゲル分率cが、以下の式(3)及び式(4)

以下に増速するようにした。

【0017】請求項8に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項8の接合方法」と記す）は、請求項4又は5の接合方法において、内径が内側に向かって徐々に縮径する一方の接合対象部材に設けられた管状被挿入部に、他方の接合対象部材に設けられた管状または円柱状を呈する挿入部を挿入する挿入工程と、前記挿入部の管状被挿入部への挿入圧力を所定の圧力に保ちつつ両接合対象部材のうち少なくとも一方を挿入部の中心軸を回転中心として回転させて、管状被挿入部の内面と、挿入部の外面とを摺動摩擦させる摺動摩擦工程とを備え、外径が4.5mmを越えてかつ100mm以下の管状を呈する挿入部を、挿入行程で1.0MPa以上3.5MPa以下の挿入圧で管状被挿入部へ挿入した後、摺動摩擦行程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.38m/秒以上1.5m/秒未満に保つようにした。

【0018】請求項9に記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法（以下、「請求項9の接合方法」と記す）は、請求項8の接合方法において、摺動摩擦行程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ回転速度を0.38m/秒以上0.8m/秒未満に保ち、その後増速して、0.8m/秒以上1.5m/秒

以下に保つようにした。

【0019】以下、本発明を更に詳細に説明する。本発明において、接合対象部材AまたはBとは、一般的には、熱可塑性架橋樹脂よりなる管、一方の端が拡張されている管や、エルボ、チーズ、レジャーサ（インクリーザ）等の継手を含む配管部材であるが、棒状の成形体であっても構わない。

【0020】請求項6の接合方法において、内側に向かって徐々に縮径するテーパ部が設けられた管状被挿入部を有する接合対象部材とは、特に限定されないが、一般的に、熱可塑性架橋樹脂よりなるソケット等の継手、又は、一方の端が拡張されている被挿入側の配管部材が挙げられる。一方、挿入部を有する接合対象部材とは、特に限定されないが、熱可塑性架橋樹脂よりなる管の他、エルボ、チーズ、レジャーサ（インクリーザ）等を含む継手等、挿入側の配管部材が挙げられるが、棒状の成形体であっても構わない。

【0021】本発明において、接合との形態としては、以下の例が挙げられる。すなわち、図5に示すように、継手（もしくは一方の端が拡張している管）Sの内部に他の接合対象部材である管（あるいは継手）Pの端部を挿入した形態の接合、図6に示すように、ソケット状の継手Sの両側に管Pを挿入した形態の接合、図7に示すように、継手Sの一端に管Pを他端にエルボEを挿入した形態の接合、図8に示すように、継手Sの一端に管Pを他端にチーズTsの一つの口を挿入した形態の接合、図9に示すように、継手Sの一端に管Pを、他端にレジャーサRの小径側を挿入すると共にレジャーサRの大径側を大径の継手S'の一端に挿入し、大径の継手S'の他端に大径の管P'を挿入した形態の接合等が挙げられる。

【0022】接合対象部材を形成する熱可塑性架橋樹脂としては、特に限定されないが、例えば、架橋ポリエチ

$$(\text{ゲル分率} a - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 2\%) \cdots (2)$$

を満足している必要があり、以下の式(1)、(2)

$$(\text{ゲル分率} a - 20\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 10\%) \cdots (1')$$

$$(\text{ゲル分率} b - 20\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 10\%) \cdots (2')$$

を満足していることがより好ましいが、その理由は、以下のとおりである。

【0028】ゲル分率cが、(ゲル分率a-2%)又は(ゲル分率b-2%)を超えると、すなわち、ゲル分率の減少が2%未満であると、接合部表層の熱可塑性架橋樹脂の剪断による分子切断が不十分であるため、分子の絡み合いが不十分となり、ゲル分率cが、(ゲル分率a-35%)又は(ゲル分率b-35%)未満であると、すなわち、ゲル分率の減少が35%を超えると、分子切断過多により、接合部の強度が低下する。なお、ゲル分率aとゲル分率bとは同じでも構わないし、異なってい

$$(\text{ゲル分率} a - 15\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

レン、架橋ポリプロピレンなどのポリオレフィンが挙げられる。また、架橋の手段は、特に限定されないが、水架橋、電子線架橋、過酸化剤等の架橋剤を用いた架橋等が挙げられる。

【0023】本発明において、溶着層とは、接合前に比べゲル分率が低下して、両接合対象部材間に略同じ厚みで跨がるように形成された層であって、摺動による摩擦熱で樹脂がただ単に溶融しただけの層とは異なるものである。摺動溶着する手段としては、摺動により接合摺動面及びその近傍（以下、「接合部表層」と記す）の熱可塑性架橋樹脂を摩擦熱によって溶融させるだけでなく、摺動により接合部表層の熱可塑性架橋樹脂に対して剪断力が働くように作用するのであれば、特に限定されないが、回転や振動が挙げられ、回転がより好ましい。

【0024】また、本発明において、溶着層の厚みは、1mm以下に限定されるが、10nm以上にすることが好ましく、10μm以上500μm以下とすることがより好ましい。なお、溶着層の厚みが1mm以下に限定される理由は、溶着層の厚みが、1mmを越えると、高温もしくは高圧下での使用において、溶着層から破壊してしまうためである。

【0025】溶着層の厚みが10nm以上が好ましい理由は、10nm未満であると、分子の絡み合いが十分に行われていないと考えられ、強度が発現されないおそれがあるためである。

【0026】請求項1の接合構造においては、耐熱もしくは耐クリープ性能を十分に発現するために、接合対象部材Aのゲル分率a及び接合対象部材Bのゲル分率bをそれぞれ65%以上にすることが好ましく、65%以上であれば、ゲル分率aとゲル分率bとは同じである必要はない。

【0027】更に、請求項1の接合構造においては、溶着層のゲル分率cが、以下の式(1)及び(2)

$$(\text{ゲル分率} a - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 2\%) \cdots (1)$$

$$(\text{ゲル分率} b - 35\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 2\%) \cdots (2)$$

でも構わない。

$$(\text{ゲル分率} a - 20\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} a - 10\%) \cdots (1')$$

$$(\text{ゲル分率} b - 20\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} b - 10\%) \cdots (2')$$

【0029】請求項2のゲル分率aは、接合時に35%～65%未満であればよい。すなわち、例えば、特に架橋処理が施される以前のもののゲル分率が、35%～65%未満で、架橋処理が施されることによって65%以上のゲル分率になる可能性がある部材であってもよい。

【0030】また、請求項2の接合構造においては、接合対象物Aのゲル分率aが35%以上65%未満、接合対象物Bのゲル分率bが65%以上に限定され、溶着層のゲル分率cが、以下の式(3)及び(4)

$$(\text{ゲル分率} a - 15\%) \leq \text{ゲル分率} c \leq (\text{ゲル分率} + 35\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率}b-35\%) \leq \text{ゲル分率}c \leq (\text{ゲル分率}-2\%) \cdots (4)$$

を満足している必要があり、以下の式(3)、(4)

$$(\text{ゲル分率}a-10\%) \leq \text{ゲル分率}c \leq (\text{ゲル分率}a+30\%) \cdots (3)$$

$$(\text{ゲル分率}b-20\%) \leq \text{ゲル分率}c \leq (\text{ゲル分率}b-2\%) \cdots (4)$$

を満足していることがより好ましいが、その理由は、以下のとおりである。

【0031】ゲル分率 $c$ が、(ゲル分率 $a+35\%$ )又は(ゲル分率 $b-2\%$ )を超えると、接合部表層の熱可塑性架橋樹脂の剪断による分子切断が不十分であるため、分子の絡み合いが不十分となり、ゲル分率 $c$ が、(ゲル分率 $a-15\%$ )又は(ゲル分率 $b-35\%$ )未満であると、分子切断過多により、接合部の強度が低下する。

【0032】更に、請求項1または請求項2の接合構造においては、請求項3の接合構造のように、接合対象部材が管状を呈していて、溶着層における、接合対象部材の軸方向長さが $2.5 \times (\text{管の肉厚}) \times (1 - (\text{管の肉厚}) / (\text{管の外径}))$ 以上になっていることが好ましい。

【0033】すなわち、接合部の強度が接合対象部材としての管または継手の強度と同等もしくはそれ以上の強度を持つためには、(接合部の強度)  $\geq$  (管の強度)である必要がある。管路が引張力を受けた際、管には断面積に引張応力 $\sigma$ が生じ、接合部にはおよそその接合面積(溶着層長さ $L \times$ 管外径 $D$ の円周長さ)に剪断応力 $\tau$ が生じる。これより上記の関係式は以下になる。

$$\tau \times \pi D \times L \geq \sigma \times \pi (D^2 - (D-2t)^2) / 4$$

ここに、 $t$ は管の肉厚を表す。これより $L \geq \sigma / \tau \times t$

$$\text{ゲル分率}(\%) = (M2 - M0) / (M1 - M0) \times 100 \cdots (5)$$

(式(5)中、 $M0$ は金網だけの質量(g)、 $M1$ はp-キシレンでの抽出前の試料入り金網の質量(g)、 $M2$ は乾燥後の試料入りの金網の質量(g)である。)一方、溶着層のゲル分率は、以下のような試料、方法で測定できる。

【0038】測定試料は、管状被挿入部を有する一方の接合対象部材に他方の接合対象部材の挿入部を挿入し、次いで、これらの接合対象部材の少なくとも一方に挿入部の回転軸を中心とする回転もしくは振動を与え、接合摺動面としての管状被挿入部の内周面及び挿入部の外周面を摺動摩擦させ、溶融させた後、冷却固化する前に管状被挿入部から他方の接合対象部材の挿入部を引抜き、挿入部の外周面で摩擦された箇所を、マイクロームなどを用いて $60 \mu\text{m}$ の厚さで複数回削り、 $200 \mu\text{m}$ の深さまで削り取る。このようにして削り取ったものについて、質量 $0.5 \text{ g}$ を1つの試料とする。

【0039】測定方法は、接合対象部材のゲル分率と同様に行うことができる。本発明の接合方法において、ゲル分率を低下させる因子、または、溶着層を制御する因子は、摺動運動が回転による場合、回転条件(周速度、回転時間)と管の挿入方法(回転後挿入、挿入後回転)及び面圧であり、振動による場合、振動条件(振幅、周

( $1 - t / D$ )が得られる。ここで $\sigma / \tau$ に安全係数を乗じた係数を2.5として、溶着層の長さ $L$ が $2.5 \times (\text{管の肉厚}) \times (1 - (\text{管の肉厚}) / (\text{管の外径}))$ 以上であることが必要となる。

【0034】すなわち、溶着層の長さがこれ未満であれば、接合部の強度が管より低いために、溶着層から破壊するおそれがある。また、溶着層の長さの上限はないが、 $8 \times (\text{管の肉厚}) \times (1 - (\text{管の肉厚}) / (\text{管の外径}))$ 以下とすることが好ましい。すなわち、これ以上大きいと無駄に継手が長くなる。溶着層の長さを変える因子は接合条件と継手形状である。

【0035】なお、本発明において、接合対象部材のゲル分率は、以下のような試料、方法で測定できる。測定試料は、接合対象部材の任意の位置からマイクロームなどで $60 \mu\text{m}$ の厚みで質量 $0.5 \text{ g}$ を削りだしたものと

【0036】測定方法は、上記試料を200メッシュの金網に包み、試験管に投入し、この試験管にp-キシレン $50 \text{ ml}$ を加え、 $135^\circ\text{C}$ で8時間放置する。その後、試料を取り出しアセトン洗浄した後、真空度 $75 \sim 76 \text{ cmHg}$ で $100^\circ\text{C}$ 5時間乾燥させ、重量を測定する。

【0037】そして、ゲル分率は、以下の式(5)で算出することができる。

波数)と管の挿入方法(振動後挿入、挿入後振動)及び面圧である。これらは用いる架橋樹脂の種類やそのゲル分率(架橋度)、継手または管の内面形状により異なる。したがって、実際の接合にあたっては、予め検討が必要である。

【0040】請求項6の接合方法において、管状被挿入部の内径が内側に向かって徐々に縮径している、すなわち、テーパ面を備えている理由は、例えば、接合対象部材である継手や管等は、径が規格範囲内にあってもバラツキを有するものであり、管状被挿入部、すなわち、継手の受口等の内面にテーパ面を設けていないと、管状被挿入部内面と挿入部外面とを常に接触状態に保持することができなくなるおそれがあるためである。

【0041】請求項6の接合方法において、摺動摩擦工程の前に挿入工程を設ける理由は、摺動摩擦と同時に管状被挿入部へ挿入部を挿入すると、摺動摩擦によって溶融した接合摺動面およびその近傍部の溶融樹脂が、管状被挿入部内に漏れ出て接合部付近の溶融樹脂の量が少なくなるおそれがあるためである。

【0042】すなわち、熱可塑性架橋樹脂部材の摺動による摩擦接合においては、摺動初期に管・継手等は温度上昇(軟化)しながら、摩擦の面圧力により互いに摩擦

粉を生じながら樹脂が溶解して行く。熱可塑性架橋樹脂部材の場合は、架橋分子が架橋点で拘束されていて、溶解しても絡み合いを生じにくいために接合強度が発現し難い点は上述の通りであるが、以下に、主に非架橋樹脂の挙動について考えてみる。

【0043】図10に示すように、例えば従来のように、継手Sを回転させた状態で管Pを挿入した場合は、摩耗した樹脂や溶解した樹脂20が発生しても、図11に示すようにこれらの樹脂20を掻き出しながら接合対象部材である継手Sが回転することになるので、管路内面へ樹脂20が大量に漏れ出し、一方、接合部には溶解樹脂があるものの量が少なく密度が低いために、溶解樹脂の冷却時の体積収縮を補えずに接合部で剥離して接合体の接合強度が発現しない。これに対して、請求項6の如く、摺動摩擦工程の前に管状被挿入部内側（かつ矢印方向）へ挿入部を挿入すると、摩耗樹脂粉や溶解樹脂の内面への漏れ出しを防ぐことができる。

【0044】また、管状被挿入部および挿入部は、互いにある程度の変形を伴って挿入が行われるので、管状被挿入部には拡張方向に挿入部には縮径方向に残留応力が残る。この応力によって接合摺動面には互いに押しつける力が働き、回転初期に互いに樹脂の摩耗が生じても接合部は接触面積を増加させながら常に密着することになる。そして、接触面積の増加と樹脂の温度上昇により、残留応力も小さくなって行くが、この段階では樹脂の温度上昇によって樹脂が膨張し、これにより接合部に圧力が発生し、この圧力で樹脂は密着し、摺動熱と伝熱により徐々に溶解樹脂の量が増加し、その結果、接合摺動面では密度の高い溶解樹脂が圧力を有し、周方向、軸方向の隙間へ樹脂を流し込む働きや冷却時の体積収縮を補う働きをするので、高強度の接合状態が現出するのである。

【0045】挿入工程において、挿入部の管状被挿入部への挿入割合は、接合に必要な長さ分だけ挿入されることが望ましいが、管状被挿入部内面と挿入部外面との接触圧が高い、すなわち、摩擦抵抗が大きいと回転時に大きなトルクを必要とするので、7割以上の挿入が挿入工程において行われていれば、残りの挿入を摺動摩擦工程で行うようにしても構わない。7割以上の挿入が挿入工程においてなされていると、摺動摩擦工程時に管状被挿入部内側への樹脂漏れや強度において大きな問題を発生するおそれがない。

【0046】なお、挿入時に挿入圧力の大きさは、接合対象部材の形状や管状被挿入部の口径により異なるため、適宜検討が必要である。また、圧力は一定でも構わないが、抜け出ようとする力は樹脂の溶解と共に減少して行くので、多段もしくは連続的に力が減少されるように制御しても構わない。

【0047】さらに、請求項6の接合方法において、相対回転速度を途中で増速させる理由は、以下のとおりで

ある。架橋樹脂を高強度に融着するためには接合界面の分子を切断させてゲル分率を調整する必要があるが、熱可塑性架橋樹脂について検討を進めた結果、分子の切断は主に樹脂が完全に溶解していない状態の時に起こっていることがわかった。

【0048】したがって、摺動摩擦工程の前半で比較的低速で回転させるようにすれば、衝動摩擦工程の前半で分子切断が十分になされる。そして、その後の回転後半の段階で、高速に回転させて分子が拡散して相互進入するために必要な熱を生成させる。すなわち、架橋樹脂を回転融着する場合には、回転速度を低速から高速に切り替えた方が、短時間にしかも高強度に接合することができるのである。

【0049】なお、前半の回転速度については樹脂や口径によりゲル分率を目標の値にするのに適当な速度が存在するので、検討が必要である。適当な速度より高速で行うと短時間にゲル分率が変化するために制御が困難となり、適当な速度より低速で行うとゲル分率が目標の値まで低下しないおそれがある。

【0050】後半の速度についても適当な速度があるので検討が必要で、適当な速度より高速で行うと過昇温となり、接合部の溶解樹脂粘度が低下するために、接合部の溶解樹脂が接合面へ流出し易くなり摩擦終了後の接合面の圧力が低下し強度低下を引き起こしたり、樹脂の分解で強度低下を引き起こしたりする。また、適当な速度より低速で行うと熱不足で分子の相互進入が不完全となり強度が発現せず、回転時間を長くすることで熱量を補うことはできるものの、接合に要する時間が長くなり、効率低下する。

【0051】図12に、摺動摩擦工程における接合対象部材の回転速度Vを時間tの経過に伴って増す形態としては、図12～図14のような様々な形態がある。制御のし易さから、理想的には、図12の如く、回転力を付与する動力には回転の遅れを生じない回転のステップでの入力を行うのが良い。実際には所定の回転数に到達するまでに多少の遅れを生じるが、遅れが図13に示す程度である制御の形態でも構わない。

【0052】図14の如く、立ち上がりが極端に遅くても接合は可能であるが、接合条件を見出すのが比較的难度になり、条件も安定しないおそれがある。多段での制御には入力値をステップで行う方法として機械的に変更する方法が挙げられる。

【0053】さらに、請求項6の製造方法においては、摺動摩擦工程でいずれか一方の接合対象部材に挿入方向の圧力を付与する。すなわち、例えば、管状被挿入部が継手の受口等の場合、径の規格範囲でのバラツキがあっても常に挿入部である管の外面に接触するように、内径が内側に向かって徐々に縮径し、内面がテーパ形状になっており、このテーパ形状の継手内面に管を挿入するので、管を軸方向に保持していないと回転に伴い、管



が、抜け出してしまうおそれがある。従って、管または継手への挿入方向の力を与えて、これを防ぐ必要がある。

【0054】次に、請求項7の接合方法において、挿入部の外径とは、例えば図6における管Pの継手Sの受口に挿入される管端部の外径Φを言う。

【0055】請求項7の接合方法では、挿入工程の挿入圧が0.1～2.5MPaに限定されるが、好ましくは0.5～2.0MPaの範囲である。その理由は、挿入圧が0.1MPa未満であると、挿入が不十分で、2.5MPaを越えると、管状の挿入部が座屈するおそれがあるためである。すなわち、挿入部が管状でその外径が45mm以下の場合、挿入圧が0.1～2.5MPaであれば、7割以上の挿入を行うことができる。

【0056】また、請求項7の接合方法において、摺動摩擦工程では、まず、相対回転速度（一方の接合対象部材に設けられた管状を呈する挿入部と、他方の接合対象部材に設けられた管状被挿入部の接合面との相対回転速度）が低速時に0.2m/秒以上0.8m/秒未満、増速された高速時に0.8m/秒以上1.5m/秒以下に限定されるが、その理由は、以下のとおりである。まず、低速時の相対回転速度が0.2m/秒未満になると、熱可塑性架橋樹脂の分子切断が不十分となり、0.8m/秒以上になると過切断で接合部の強度が低下するおそれがある。すなわち、低速時の相対回転速度が0.2m/秒以上0.8m/秒未満であれば、接合部を高強度を発現できるゲル分率に確実に調整することができる。

【0057】一方、高速時の相対回転速度が0.8m/秒未満の場合、熱量不足となったり回転時間を長くしなければならず効率が悪くなり、1.5m/秒を越えると、過加熱となり、樹脂の分解を生じたり、接合対象部材そのものの剛性が低下し、薄肉の小口径管では座屈を生じるおそれがある。したがって、樹脂や口径により各回転速度を付与する時間を検討して求める必要がある。

【0058】さらに、請求項7の接合方法において、摺動摩擦工程の挿入圧力は0.1MPa以上2.0MPa以下に保持されるが、その理由は、0.1MPa未満では回転中に挿入部が挿入管状部から抜け出る動きを起こし、接合摺動面での熔融樹脂圧が低下し強度低下を引き起こすおそれがあり、2.0MPaを越えると熔融により剛性の低下した挿入部を座屈させてしまうおそれがあるためである。

【0059】次に、請求項8の接合方法は、管状を呈する挿入部の外径が45mmを越えてかつ100mm以下の熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法に関するもので、挿入部の外径とは、請求項7の場合と同様に、例えば図6における管Pの継手Sの受口に挿入される管端部の外径Φを言う。請求項8の接合方法では、挿入工程の挿入圧が1.0～3.5MPaに限定されるが、好ましくは1.5～3.0MPaの範囲である。その理由は、挿入

圧が1.0MPa未満であると、挿入が不十分で初期の摩擦接触面が不足し、3.5MPaを越えると、管状の挿入部が座屈するおそれがあるためである。すなわち、挿入部が管状でその外径が45mmを越えてかつ100mm以下の場合、挿入圧が1.0～3.5MPaであれば、7割以上の挿入を行うことができる。

【0060】また、摺動行程においては、挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ相対回転速度を0.38m/秒以上1.5m/秒未満に保つ。相対回転速度が0.38m/秒未満になると熱可塑性架橋樹脂の分子切断が不十分となり、1.5/秒以上になると過切断で接合部の強度が低下するおそれがあるからである。さらに、摺動摩擦工程の挿入圧力は0.1MPa以上2.0MPa以下に保持されるが、その理由は、0.1MPa未満では回転中に挿入部が挿入管状部から抜け出る動きを起こし、接合摺動面での熔融樹脂圧が低下し強度低下を引き起こすおそれがあり、2.0MPaを越えると熔融により剛性の低下した挿入部を座屈させてしまうおそれがあるためである。

【0061】次に、請求項9の接合方法は、摺動摩擦工程が以下の点で、請求項8の接合方法と異なるが、他は請求項8と同様である。すなわち、摺動摩擦行程で挿入圧力を0.1MPa以上2.0MPa以下に保ちつつ相対回転速度を0.38m/秒以上0.8m/秒未満に保ち、その後増速して、0.8m/秒以上1.5m/秒以下に保つ点で請求項8と異なる。低速時の相対回転速度が0.38m/秒未満になると、熱可塑性架橋樹脂の分子切断が不十分となり、0.8m/秒以上になると過切断で接合部の強度が低下するおそれがある。すなわち、低速時の相対回転速度が0.38m/秒以上0.8m/秒未満であれば、接合部を高強度を発現できるゲル分率に確実に調整することができる。

【0062】一方、高速時の相対回転速度が0.8m/秒未満の場合、熱量不足となったり回転時間を長くしなければならず効率が悪くなり、1.5m/秒を越えると、過加熱となり、樹脂の分解を生じたり、接合対象部材そのものの剛性が低下し、接合面の面圧が低下するおそれがある。したがって、樹脂や口径により各回転速度を付与する時間を検討により求める必要がある。

【0063】この様に、摺動摩擦工程の前半で比較的低速で回転させるようにすれば、摺動摩擦工程の前半で分子切断が十分になされ、その後の回転後半の段階で、高速に回転させて分子が拡散して相互進入するために必要な熱を生成させることにすると、結局、回転速度を低速から高速に切り替えることにより、回転速度を増速しない場合に比べて接合面の発熱量が増加し、短時間にしかも高強度に接合することができるのである。

【0064】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ詳しく説明する。図1は本発明にかか

る熱可塑性架橋樹脂製部材の接合方法を実施するのに用いる接合装置の1例を表わしている。

【0065】図1に示すように、この接合装置1は、管2、2をそれぞれ把持し、リンク16、16で接続された2つのクランプ11a、11bと、ソケットタイプの継手3を把持した状態で回転自在な継手回転治具12と、タイミングベルト13を介して継手回転治具12を回転させるモータ14と、一方のクランプ11aに接続され、このクランプ11aを継手回転治具12の方向へ進退させると共に、リンク16、16を介してクランプ11bも継手回転治具12の方向へ進退させるようになされているエアシリンダ15とを備えている。

【0066】そして、この接合装置1に、まず、ゲル分率aを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Aである継手3を継手回転治具12に把持させると共に、クランプ11a、11bにそれぞれ、ゲル分率bを有する熱可塑性架橋樹脂よりなる接合対象部材Bとしての管2を把持させる。つぎに、エアシリンダ15を作動させてクランプ11a、11bを継手回転治具12方向に移動させて、図1に示すように、継手3に管2、2の端部を嵌合させた状態にする。

【0067】そして、モータ14を駆動させて、図2に示すように、継手3と管2とに跨がる溶着層4の厚みが1mm以下で、この溶着層4のゲル分率cが、接合対象部材A、Bのどちらのゲル分率も65%以上の場合に式(1)及び式(2)を満足し、また、この溶着層4のゲル分率cが、接合対象部材A、Bのいずれか一方が35%以上65%未満で下方のゲル分率が65%以上の場合、式(3)及び式(4)を満足し、更に、溶着層4における、管2の軸方向長さ $l$ が $2.5 \times (\text{管2の肉厚}) \times (1 - (\text{管2の肉厚}) / (\text{管2の外径}))$ 以上になるようにコントロールしながら継手回転治具12と共に、継手3を回転させる。

【0068】そして、所定の溶融状態になったら、モータ14を停止して継手3の回転を止め、接合部表層の溶融部を冷却固化することによって、熱可塑性架橋樹脂からなる継手3と管2との接合が完了する。すなわち、この接合方法によれば、継手3の回転により接合摺動面である継手3の内周面及び管2の外周面を摺動摩擦させ、接合表面層を摩擦熱によって溶融状態にすると共に、接合表面層の熱可塑性架橋樹脂のみを摺動の剪断力により分子切断させる。

【0069】したがって、溶着層4では、この切断された分子によって絡み合いできるようになると共に、摺動による摩擦熱が分子を拡散させ、継手3及び管2の相互に分子が絡み合いできるようになり、また摺動による摩擦熱が分子を拡散させ、接合対象部材相互に分子が浸入して強度を発現させることができるようになる。

【0070】すなわち、この接合方法で接合された管2と継手3との接合構造によれば、溶着層4の厚み $T$ が1

mm以下で、溶着層4のゲル分率cが、接合対象部材A、Bのどちらのゲル分率が65%以上の場合に式

(1)及び式(2)を満足し、また、この溶着層4のゲル分率cが、接合対象部材A、Bのいずれか一方が35%以上65%未満で下方のゲル分率が65%以上の場合、式(3)及び式(4)を満足しているので、分子の絡み合いが十分であり、対象部材を摺動運動による接合する際、接合表面層のみを摺動の剪断力により分子切断させることによって切断された分子が絡み合いできるようになり、管2や継手3の溶着層4以外の部分の強度と同等の強固な接合状態となる。

【0071】したがって、高温・高圧下での使用においても溶着層4から破壊されることなく、給湯用、温泉用等の耐熱・耐圧が要求される配管に好適に使用できる。しかも、従来のように、継手の構造を複雑化する必要はなく、また、大がかりな装置を要するわけではないので、結局、比較的低コストで、熱可塑性架橋樹脂部材を接合できる。

【0072】本発明は、上記の実施の形態に限定されない。例えば、上記の実施の形態では、継手3がゲル分率aの熱可塑性架橋樹脂で形成され、管2がゲル分率bの熱可塑性架橋樹脂で形成されていたが、管2をゲル分率aの熱可塑性架橋樹脂、継手3をゲル分率bの熱可塑性架橋樹脂で形成するようにしても構わない。また、上記の実施の形態では、継手3のみを回転させるようにしていたが、管2側を回転させるようにしても構わないし、継手3を回転させると同時に管2を継手2と逆方向に回転させても構わない。

【0073】

【実施例】以下に、本発明の実施例をより詳しく説明する。

(実施例1)熱可塑性架橋樹脂管である架橋ポリエチレンパイプ(積水化学工業社製、エスロベックス13A: 外径17mm、肉厚2mm、ゲル分率70%)と、各部の寸法が図3に示すような継手(架橋ポリエチレン製、ゲル分率70%)とを図1の接合装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、継手を回転速度0.36m/秒(400rpm)で24秒間回転させ、1段の回転速度にて接合した。回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管が抜け出るのを保持した。

【0074】溶着層の厚さは、継手・管の両側で300 $\mu$ mで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ62%(当初の70%に対して8%の減少)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0075】(実施例2)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手の受口内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.71m/秒(800rpm)で2秒間回転させ、

続いて0.80m/秒(900rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0076】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で800 $\mu$ mで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ37%(当初の70%に対して33%の減少)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0077】(実施例3)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手の受口内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.22m/秒(250rpm)で4秒間回転させ、続いて0.80m/秒(900rpm)で8秒間回転させて接合した。

【0078】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で100 $\mu$ mで、溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ66%(当初の70%に対して4%の減少)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0079】(実施例4)実施例1で用いた管と各部の寸法が図4に示すような継手(架橋ポリエチレン製、ゲル分率70%)とを装置1にセットし、継手の受口内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.45m/秒(500rpm)で3秒間回転させ、続いて0.89m/秒(1000rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0080】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で400 $\mu$ mで溶着層の長さは6mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ58%(当初の70%に対して12%の減少)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0081】(実施例5)熱可塑性架橋樹脂管である架橋ポリエチレンパイプ(積水化学工業社製、エスロベックス13A:外径17mm、肉厚2mm、ゲル分率70%)と、各部の寸法が図4に示すような継手(架橋ポリエチレン製、ゲル分率54%)とを使用し、実施例4と同様の手順、方法で接合した。溶着層の厚さは、継手、管の両側で300 $\mu$ mで溶着層の長さは6mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ62%であった(管は当初の70%に対して8%の減少、継手は当初の54%に対して8%の増加)。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0082】上記実施例1～5で得られた接合品について、熱間内圧クリープ試験及び脈動圧試験をそれぞれ実施し、その結果を表1に示した。なお、熱間内圧クリープ試験は、JIS K 6787の方法を用い、試験温度を95℃とし、円周応力は1.6MPaと4.4MPaとの2種類で行った。また、脈動圧試験は、50℃、0→20kg/cm<sup>2</sup>の条件下で0.5Hzの矩形波を用いて行った。

【0083】

【表1】

	ゲル分率 変化 %	溶着層		挿入後の 回転 1段毎又 は2段階	挿入工程 挿入圧力 MPa	摺動摩擦工程			内面 状態	脈動圧 試験	熱間クリープ 試験	
		厚さ	長さ			前速度 0.2~0.8m/秒 (回転時間)	後速度 0.8~1.5m/秒 (回転時間)	挿入圧力 0.10~2.0 MPa			1.6 MPa	4.4 MPa
1	-8	300 μm	4mm	1段	1.5 MPa	0.36m/秒 (24秒)	0.4 MPa	0.4 MPa	○	9万時間 後漏れ	2千時間 異常なし	1千時間 異常なし
2	-33	800 μm	4mm	2段	1.5 MPa	0.71 (2秒)	0.80 (7秒)	0.4 MPa	○	9万時間 後漏れ	2千時間 異常なし	1千時間 異常なし
3	-4	300 μm	4mm	2段	1.5 MPa	0.22 (4秒)	0.80 (8秒)	0.4 MPa	○	9万時間 後漏れ	2千時間 異常なし	1千時間 異常なし
4	-12	400 μm	6mm	2段	1.5 MPa	0.45 (3秒)	0.89 (7秒)	0.4 MPa	○	10万時間 後漏れ	2千時間 異常なし	1千時間 異常なし
5	継手+8 管-8	400 μm	6mm	2段	1.5 MPa	0.45 (3秒)	0.89 (7秒)	0.4 MPa	○	10万時間 後漏れ	2千時間 異常なし	1千時間 異常なし
実 施 例												

注) 内面状態は、接合管の挿入後の溶着層の厚さが1mm以下の場合を○として表示した。

上記表1から、本発明の接合構造によれば、高圧の熱間クリープ試験や脈動圧試験においても管が抜けることがない優れた接合強度を示すことが理解される。

【0084】(実施例6)熱可塑性架橋樹脂管である架橋ポリエチレンパイプ(外径60.4mm、肉厚5mm、ゲル分率70%)と、各部の寸法を図15に示すような継手(架橋ポリエチレン製、ゲル分率70%)とを

図1に示す接合装置1にセットし、継手の受口内に管を両側から2.3MPaの圧力(約200kgの挿入力)で挿入後、継手を回転速度0.63m/秒(約200rpm)で2秒間回転させて接合した。

【0085】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約35.5kgf)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で300μ

m で溶着層の長さは25mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ62%（当初の70%に対して8%の減少）であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【実施例7】実施例6で用いた管と継手を上記装置1にセットし、継手の受口内に管を両側からから2.3MPaの圧力（約200kgの挿入力）で挿入後、回転速度0.71m/秒（約226rpm）で6秒間回転させ、続いて1.2m/秒（225rpm）で10秒間回転させて接合した。

【0086】回転中の管には管軸方向に0.4MPa（約35.5kgf）の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で800μmで溶着層の長さは25mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ37%（当初の70%に対して33%の減少）であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0087】（実施例8）実施例6で用いた管と継手を上記装置1にセットし、継手の受口内に管を両側からから2.3MPaの圧力（約200kgの挿入力）で挿入後、回転速度0.38m/秒（121rpm）で6秒間回転させ、続いて0.8m/秒（225rpm）で8秒間回転させて接合した。

【0088】回転中の管には管軸方向に0.4MPa（約35.5kgf）の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で300μmで溶着層の長さは25mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ66%（当初の70%に対して4%の減少）であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0089】（実施例9）実施例6で用いた管と継手を上記装置1にセットし、継手の受口内に管を両側からから2.3MPaの圧力（約200kgの挿入力）で挿入後、回転速度0.68m/秒（200rpm）で5秒間回転させ、続いて0.89m/秒（288rpm）で10秒間回転させて接合した。

【0090】回転中の管には管軸方向に0.4MPa（約35.5kgf）の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で400μmで溶着層の長さは25mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ58%（当初の70%に対して12%の減少）であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0091】（実施例10）熱可塑性架橋樹脂管である架橋ポリエチレンパイプ（外径60.4mm、肉厚5mm、ゲル分率70%）と、各部の寸法が図15に示すような継手（架橋ポリエチレン製、ゲル分率54%）とを使用し、実施例9と同様の手順、方法で接合した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で400μmで溶着層の長さは25mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ62%（管は当初の70%に対して8%の減少、継手は当初の54%に対して8%の増加）であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0092】上記実施例6～10において得られた接合体について、実施例1～5と同様にして、熱間内圧クリープ試験及び脈動圧試験をそれぞれ実施し、その結果を表2に記載した。

【表2】

	ゲル分率 変化 %	溶着層		挿入後の 回転 i 段階又 は 2 段階	挿入工程 挿入圧力 1.0 ~ 2.5 MPa	摺動摩擦工程			内面 状態	原形加工 試験	熱間クリープ 試験	
		厚さ $\mu\text{m}$	長さ mm			前速度 0.38 ~ 1.5 m/秒 (回転停止前)	後速度 0.8 ~ 1.5 m/秒 (回転停止前)	挿入圧力 0.10 ~ 2.0 MPa			1. 6 MPa	4. 4 MPa
実 施 例	6	300	25	1 段	2. 3	0. 63 m/秒 (25 秒)		0. 4	○	9 万時間 後漏れ	2 千時間 異常なし	1 千時間 異常なし
	7	800	25	2 段	2. 3	0. 71 (6 秒)	1. 2 (10 秒)	0. 4	○	9 万時間 後漏れ	2 千時間 異常なし	1 千時間 異常なし
	8	300	25	2 段	2. 3	0. 38 (6 秒)	0. 80 (8 秒)	0. 4	○	9 万時間 後漏れ	2 千時間 異常なし	1 千時間 異常なし
	9	400	25	2 段	2. 3	0. 68 (5 秒)	0. 89 (10 秒)	0. 4	○	10 万時間 後漏れ	2 千時間 異常なし	1 千時間 異常なし
	10 継手+8 管 -8	400	25	2 段	2. 3	0. 68 (5 秒)	0. 89 (10 秒)	0. 4	○	10 万時間 後漏れ	2 千時間 異常なし	1 千時間 異常なし

注) 内面状態は、接合箇所内面への溶融樹脂の漏れ出しが1 mm以下の場合を○として表示した。

【0093】(比較例1)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内方向に管に対して両側から0.05 MPaの圧力(約0.5 kgの挿入力)を与えたが管の挿入は行われなかった。次いで、回転速度0.71 m/秒(800 rpm)で3秒間回転させ、続いて0.89 m/秒(1000 rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0094】回転中の管には管軸方向に0.7 MPa(約7 kg)の挿入力を与えて回転停止まで挿入状態を保った。溶着層の厚さは、継手・管の両側で500  $\mu\text{m}$ で溶着層の長さは4 mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ33%(70%~37%)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは4 mm程度で流路抵抗となっていた。

【0095】(比較例2)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.18m/秒(200rpm)で10秒間回転させて接合した。回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。

【0096】溶着層の厚さは、継手・管の両側で100μmで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ69%(70%-1%)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0097】(比較例3)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.45m/秒(500rpm)で3秒間回転させ、続いて0.89m/秒(1000rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0098】回転中の管には挿入力を与えなかったために回転中に管が継手から抜け出る動きが観察された。溶着層の厚さは、継手・管の両側で1.1mmで溶着層の長さは2.5mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ50%(70%-20%)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0099】(比較例4)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から3.0MPaの圧力(約30kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.45m/秒(500rpm)で3秒間回転させ、続いて0.89m/秒(1000rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0100】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。管は継手内部で座屈して潰れていたために、溶着層の厚さ、長さ、ゲル分率を測定することができなかった。

【0101】(比較例5)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度1.34m/秒(1500rpm)で8秒間回転させて接合した。

【0102】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。溶着層の厚さは、継手・管の両側で1.1mmで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を

測定したところ30%(70%-40%)であった。また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0103】(比較例6)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.36m/秒(400rpm)で4秒間回転させ、続いて1.78m/秒(2000rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0104】回転中の管には管軸方向に0.4MPa(約4kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。管は継手内部で座屈して潰れていたために、溶着層の厚さ、長さ、ゲル分率を測定することができなかった。

【0105】(比較例7)実施例1で用いた管と継手を装置1にセットし、継手内に管を両側から1.5MPaの圧力(約15kgの挿入力)で挿入後、回転速度0.45m/秒(500rpm)で3秒間回転させ、続いて0.89m/秒(1000rpm)で7秒間回転させて接合した。

【0106】回転中の管には管軸方向に2.2MPa(約22kg)の挿入力を与えて管の抜け出しを防止した。管は継手内部で座屈して潰れていたために、溶着層の厚さ、長さ、ゲル分率を測定することができなかった。

【0107】(比較例8)実施例5で用いた管と継手とを使用し、比較例2と同様の手順、方法で接合した。溶着層の厚さは、継手、管の両側で100μmで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ69%であった。(70%-1%、54%+15%)また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0108】(比較例9)実施例5で用いた管と継手とを使用し、比較例5と同様の手順、方法で接合した。溶着層の厚さは、継手、管の両側で100μmで溶着層の長さは4mmであった。この溶着層のゲル分率を測定したところ30%であった。(70%-40%、54%-24%)また、管路内面への溶融樹脂の漏れ出しは1mm以下であった。

【0109】上記比較例1～9で得られた接合品について、実施例と同様にして、熱間内圧クリープ試験及び脈動圧試験をそれぞれ実施し、その結果を表3に示した。

【0110】

【表3】

	ゲル分率 変化 %	溶管質		挿入後の 回転 1段階又は 2段階	挿入工程 挿入圧力 0.10~2.5 MPa	挿入摩擦工程			内面 状態	耐圧 試験	熱間クリープ 試験	
		長さ mm	厚さ μm			前速度 0.2~0.8m/秒 (回転時間)	後速度 0.2~0.8m/秒 (回転時間)	挿入圧力 0.10~2.0 MPa			1.6 MPa	4.4 MPa
1	-37	500	4	回転後 に挿入	0.05	0.71 (3秒)	0.89 (7秒)	0.7	内面 漏れ	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	60時間 後漏れ
2	-1	100	4	1段	1.5	0.18 (10秒)		0.4	○	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	5時間 後漏れ
3	-20	1100	25	2段	1.5	0.45 (3秒)	0.89 (7秒)	0	抜け 有り	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	48時間 後漏れ
4	—	—	—	2段	3.0	0.71 (2秒)	0.80 (7秒)	0.4	座屈 有り	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
5	-40	1100	4	1段	1.5	1.34 (8秒)		0.4	○	9千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	18時間 後漏れ
6	—	—	—	2段	1.5	0.36 (4秒)	1.78 (7秒)	0.4	座屈 有り	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
7	—	—	—	2段	1.5	0.45 (3秒)	0.89 (7秒)	2.2	座屈 有り	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
8	継手+15 管-1	100	4	1段	1.5 MPa	0.18 (10秒)		0.4	○	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	5時間 後漏れ
9	継手+24 管-40	1100	4	1段	1.5	1.34 (8秒)		2.2	○	9千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	18時間 後漏れ

比較例

【0111】(比較例10~19)実施例6で用いた管と継手とを装置1にセットし、表4に記載の条件で接合した。実施例1~5と同様にして、熱間内圧クリープ試験及び脈動圧試験をそれぞれ実施し、その結果を表4に記載した。

(比較例20~21)実施例10で用いた管と継手とを

装置1にセットし、表4に記載の条件で接合した。実施例1~5と同様にして、熱間内圧クリープ試験及び脈動圧試験をそれぞれ実施し、その結果を表4に記載した。

【0112】

【表4】



	ゲル分率 変化 %	溶着層		挿入後の 回転 1段階又 は2段階	挿入工程 挿入圧力 MPa	摺動摩擦工程			内面 状態	脈動正 試験	熱間クリープ 試験	
		厚さ μm	長さ mm			前速度 0.88 ~0.98 m/秒 (回転時間)	後速度 0.8~1.5 m/秒 (回転時間)	挿入圧力 0.1~2 MPa			1. 6 MPa	4. 4 MPa
10	-37	500	25	回転後 に挿入	0.5	0.68 (3秒)	0.89 (7秒)	1	樹脂 漏れ	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	60時間 後漏れ
11	-1	100	25	1段	2.3	0.25 (2.5秒)		0.4	○	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	5時間 後漏れ
12	-20	1100	10	2段	2.3	0.45 (3秒)	0.8 (7秒)	0	管接 け有	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	46時間 後漏れ
13	—	—	—	2段	4	0.68 (3秒)	0.89 (10秒)	0.4	管座 屈有	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
14	-40	1100	25	1段	2.3	1.65 (8秒)		0.4	○	9千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	18時間 後漏れ
15	—	—	—	2段	2.3	0.45 (4秒)	1.7 (7秒)	0.4	管座 屈有	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
16	—	—	—	2段	2.3	0.45 (3秒)	1.5 (8秒)	3.5	管座 屈有	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ	直ちに 漏れ
17	-39	500	25	2段	2.3	1.2 (3秒)	0.89 (7秒)	0.4	○	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	60時間 後漏れ
18	-0.5	80	20	2段	2.3	0.15 (3秒)	0.8 (5秒)	0.4	○	百時間後 漏れ	百時間後 漏れ	30分 後漏れ
19	-1.5	250	25	2段	2.3	0.45 (3秒)	0.5 (7秒)	0.4	○	百時間後 漏れ	百時間後 漏れ	30分 後漏れ
20	継手+15 管-1	100	25	1段	2.3	0.25 (2.5秒)		0.4	○	2千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	5時間 後漏れ
21	継手+24 管-40	1100	25	1段	2.3	1.65 (8秒)		0.4	○	9千時間 後漏れ	2千時間 異常なし	18時間 後漏れ

比較例

## 【0113】

【発明の効果】本発明に熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造は、以上のように構成されているので、高圧・高温状態でも優れた接合強度を有する。従って、例えば給湯用、温泉用等の耐熱・耐圧が要求される配管の接合に好適に使用できる。

【0114】また、請求項3記載の発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造は、溶着層の強度がより強固なものとなされ、より安定した接合状態を保持している。

【0115】本発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合

方法は、以上のように、溶着層のゲル分率が特定の式を満足するようにコントロールしながら両熱可塑性架橋樹脂部材の接合摺動面同士を摺動摩擦させるので、上記本発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造を得ることができる。また、接合には、特に複雑・大がかりな装置を要するわけではないので、結局、比較的低コストにて上記本発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合構造を得ることができる。

【0116】また、請求項6の接合方法は、以上のように構成されており、より短時間で高強度の接合構造を得

ることができる。また、請求項7の接合方法によれば、特に薄肉の小口径の接合部材であっても座屈を生じさせることなく、安定して接合をすることができる。また、請求項8の接合方法によれば、外径が45mmを越えてかつ100mm以下の管状を呈する挿入部を有する熱可塑性架橋樹脂部材であっても、安定して接合をすることができる。特に、請求項9の接合方法によれば、摺動摩擦工程で回転速度を途中から増速するので、短時間にしかも高強度に接合することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱可塑性架橋樹脂部材の接合方法に用いて好適な接合装置の1例を表わす正面図である。

【図2】接合部の模式的断面図である。

【図3】実施例1に用いた継手の寸法図である。

【図4】実施例3に用いた継手の寸法図である。

【図5】配管材の接合状態の1例を表わす断面図である。

【図6】配管材の接合状態の他の1例を表わす断面図である。

【図7】配管材の接合状態の更に他の1例を表わす断面図である。

【図8】配管材の接合状態の更に他の1例を表わす断面図である。

【図9】配管材の接合状態の更に他の1例を表わす断面図

図である。

【図10】本発明の作用を説明するために用いた、継手に管が挿入された状態の上半部のみを示す模式的断面図である。

【図11】本発明の作用における説明に用いた、継手に管が挿入された状態の上半部のみを示す他の模式的断面図である。

【図12】請求項6の接合方法の摺動摩擦工程における相対回転速度の増速の一形態を示す図である。

【図13】請求項6記載発明の摺動摩擦工程における相対回転速度の増速の他の形態を示す図である。

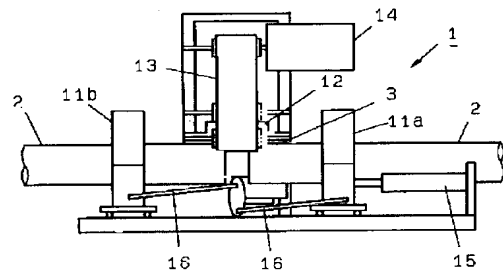
【図14】請求項6記載発明の摺動摩擦工程における相対回転速度の増速の更に他の形態を示す図である。

【図15】実施例6に用いた継手の寸法図である。

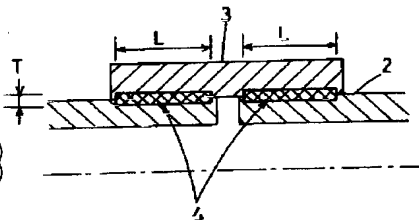
【符号の説明】

- 1 接合装置
- 2 管（接合対象部材B）
- 3 継手（接合対象部材A）
- 31 受口（管状部）
- 4 溶着層
- T 厚み（溶着層4の厚み）
- L 長さ（溶着層4の軸方向の長さ）

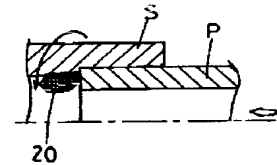
【図1】



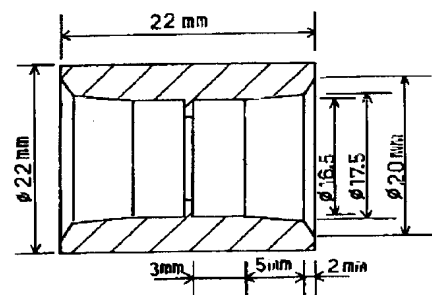
【図2】



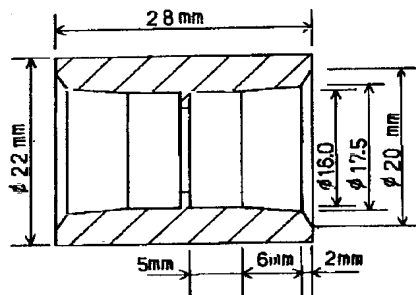
【図11】



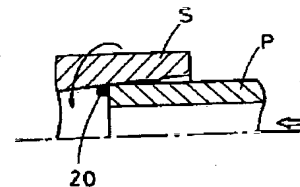
【図3】



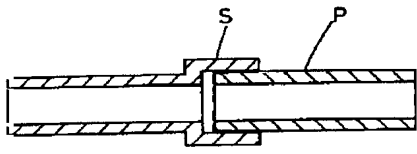
【図4】



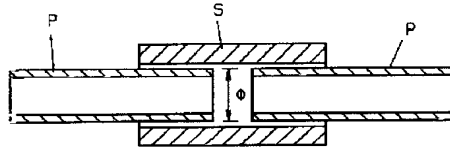
【図10】



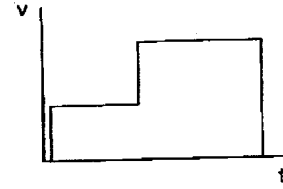
【图5】



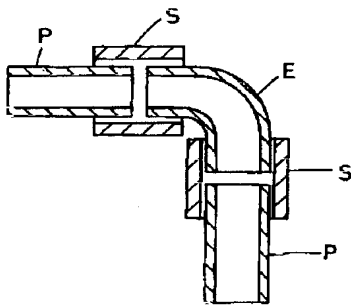
【图6】



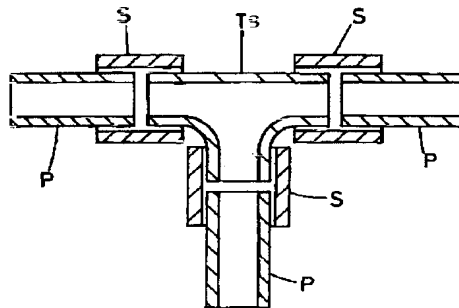
【图12】



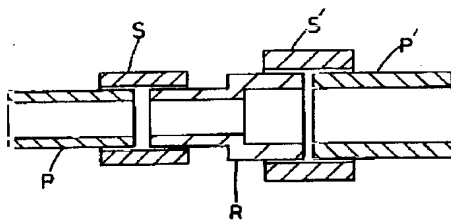
【图7】



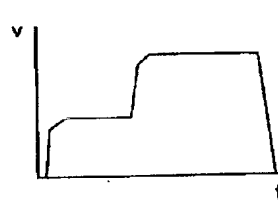
【图8】



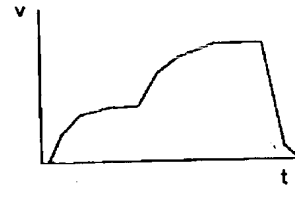
【图9】



【图13】



【图14】



【图15】

